

**MEREKOD BANGUNAN BERSEJARAH  
DENGAN KAEDAH FOTOGRAMETRI JARAK DEKAT**

**IBRAHIM BIN YAKUB  
ANUAR BIN AHMAD**

Panel Remote Sensing dan Fotogrametri  
Fakulti Ukur dan Harta Tanah  
Universiti Teknologi Malaysia

**ABSTRAK**

Malaysia memang terkenal dengan kesan-kesan sejarah. Di negara kita terdapat banyak bangunan bersejarah dan lama. Bangunan-bangunan bersejarah ini perlu dipelihara bagi tujuan pemuliharaan dan pemugaran (Conservation and Restoration) bagi keharmonian dan warisan generasi hari ini dan generasi akan datang. Dari peninjauan didapati banyak bangunan-bangunan bersejarah tidak mempunyai rekod lukisan garisan (line drawing). Rekod-rekod ini penting kerana sekiranya berlaku bencana alam atau peperangan, bangunan-bangunan yang telah runtuh atau rosak dapat dibina semula berdasarkan pada lukisan garisan.

Kaedah yang biasa digunakan untuk merekodkan bangunan adalah dengan mengambil gambar dan membuat lukisan bangunan dengan tangan. Kaedah ini tidak sesuai dari segi ketepatan ukuran. Kaedah yang akan dilaksanakan dapat memberi ukuran yang tepat. Kaedah ini telah digunakan secara meluas di negara-negara barat kerana mereka merasakan kaedah merekodkan bangunan dengan kaedah fotogrametri jarak dekat amat penting bagi tujuan pemuliharaan dan pemugaran. Oleh itu, kaedah yang digunakan dalam penyelidikan ini amat sesuai dan perlu dipraktikkan di negara kita.

## 1.0 Pengenalan

Secara ringkas sejarah Malaysia bermula dengan tertubuhnya Negeri Melaka dalam abad ke 15. Pada masa itu Melaka diperintah oleh seorang raja yang digelar Sultan Iskandar Shah atau Parameswara (nama sebelum memeluk Islam). Pada tahun 1511, Melaka jatuh ke tangan orang-orang Portugis. Setelah itu, Melaka dijajah pula oleh orang-orang British. Sejak dari tahun 1874, semua negeri-negeri di Tanah Melayu jatuh ke tangan British. Semasa pemerintahan penjajah British, banyak bangunan telah didirikan. Begitu juga semasa pemerintahan Belanda dan Portugis, mereka turut mendirikan bangunan-bangunan untuk tujuan pemerintahan, aktiviti sosial dan sebagainya. Bangunan-bangunan peninggalan penjajah masih wujud sehingga hari ini.

Bangunan-bangunan ini menjadi aset atau harta pada kerajaan kerana kewujudan bangunan ini dapat menarik pelancung-pelancung luar negara datang ke Malaysia dan merupakan sumber pendapatan negara. Disamping itu bangunan-bangunan bersejarah ini menjadi warisan untuk generasi hari ini dan generasi yang akan datang. Walaupun Malaysia sedang pesat membangun, bangunan-bangunan dan monumen-monumen bersejarah yang terdapat di negara ini dipelihara dengan baik. Pihak yang bertanggungjawab atas aktiviti ini adalah pihak Muzium Negara. Di negara kita terdapat banyak bangunan-bangunan dan monumen bersejarah. Diantara bangunan-bangunan yang penting dan dapat menarik pelancung-pelancung samada dalam negeri atau luar negeri adalah Kubu A Famosa di Melaka yang dibina oleh Portugis dalam abad ke 16, bangunan merah di Melaka yang dibina oleh Belanda pada abad ke 17, Bangunan Sultan Abdul Samad dan Bangunan Ibu Pejabat Keretapi Tanah Melayu yang dibina di Kuala Lumpur oleh British dalam abad ke 19 dan bangunan-bangunan bersejarah serta monumen-monumen yang terdapat di Malaysia. Bangunan-bangunan bersejarah dan monumen-monumen ini perlu direkodkan bagi tujuan pemuliharaan dan pemugaran. Untuk mencapai objektif ini bangunan-bangunan bersejarah dan monumen-monumen perlu direkodkan dan pelan-pelan lukisan garisan (line drawing) dihasilkan.

Satu daripada kaedah yang dapat memenuhi objektif ini adalah dengan kaedah fotogrametri jarak dekat.

Pada hari ini banyak bangunan-bangunan bersejarah dan monumen telah direkodkan dengan menggunakan kamera bukan metrik (contoh kamera amatur, kamera biasa) bagi tujuan "inventory". Tetapi bangunan-bangunan bersejarah dan monumen masih kurang direkodkan dengan menggunakan kaedah fotogrametri iaitu dengan menggunakan kamera metrik dan seterusnya menghasilkan lukisan garisan. Sebagai contoh, Bangunan Sultan Abdul Samad pernah direkodkan dengan menggunakan kaedah fotogrametri menggunakan alat plot stereo analog. Disini lukisan garisan bagi fosad (permukaan) bangunan telah dihasilkan pada skala 1:300. Tetapi penggunaan alat plot stereo analog adalah terbatas.

Pada hari ini dengan perkembangan teknologi yang pesat dalam perkakasan dan perisian komputer, bidang fotogrametri turut terlibat didalam penggunaan komputer. Kesan dari perkembangan ini fungsi alat plot stereo fotogrametri telah diambil alih dengan penggunaan alat plot analitik (iaitu masalah fotogrametri dapat diselesaikan secara matematik dan penggunaan komputer) dan dapat memberi hasil yang cepat dan berketepatan tinggi. Dalam kajian yang telah dijalankan, bangunan Memorial Pengistiharan Kemerdekaan telah dipilih untuk menghasilkan lukisan garisan dengan menggunakan kaedah fotogrametri jarak dekat dan menggunakan perisian autocad.

## 2.0 Bangunan Memorial Pengistiharan Kemerdekaan

Bangunan Pengistiharan Kemerdekaan ini terletak di Bandar Melaka dikenali dengan nama asalnya 'The Malacca Club'. Ia dibina pada tahun 1911 oleh pengusaha ladang tempatan. Bangunan dua tingkat ini pada zaman 'Malacca Club' menempatkan ruang billiard, bar, dewan jamuan, bilik persalinan, kutub khana serta salon rambut pada ruang bawahnya. Di bahagian atasnya pula digunakan oleh kumpulan teater 'Malacca Teatre Workshop'. Varendah di bahagian belakangnya menghadap ke padang permainan 'Malacca Club'. Ciri-ciri bangunan ini mempunyai senibina tempatan dan British. Penggunaan bangunan

ini telah beberapa kali berpindah tangan. Pada zaman 'Malacca Club' ia digunakan untuk tujuan sosial oleh pegawai-pegawai British.

Pada zaman pemerintahan Jepun (1941-1945) ia digunakan oleh tentera Jepun sebagai markas dan ibu pejabat mereka. Pihak Jepun pernah menyerahkan bangunan ini kepada Kesatuan Melayu Muda (KMM), kemudian selepas KMM dibubarkan, bangunan ini diserahkan kepada 'Malay Youth Club' pada tahun 1942.

Selepas perang, pihak British mengambil semula pengurusan bangunan ini untuk 'The Malacca Club' sehinggalah pada tahun 1984 kerajaan Melaka mengambil alih bangunan ini untuk dijadikan bangunan bersejarah yang akhirnya dinamakan 'Memorial Pengistiharan Kemerdekaan' pada 31hb Ogos, 1985 sempena Hari Kemerdekaan negara Malaysia yang ke 28.

Buat masa ini bangunan ini masih lagi dua tingkat dengan kedua-dua tingkat menjadi ruang pameran bahan-bahan bersejarah dari kisah Melaka di zaman kesultanan Melayu lagi hinggalah ke zaman mencapai kemerdekaan. Ada 4 ruang pameran di tingkat bawah dan 6 ruang pameran di tingkat bawah.

### 3.0 Fotogrametri Jarak Dekat (FJD)

#### 3.1 Definisi

Fotogrametri jarak dekat adalah merupakan satu cabang fotogrametri dimana gambar diambil dengan menggunakan kamera khas pada jarak tidak melebihi 300 meter. Kamera boleh terletak diatas bumi atau di atas alat teodolit yang ada lekapan khas kamera, atau diatas suatu palang berukuran 1 meter dengan kamera dilekatkan pada bahagian kiri dan kanan palang tersebut. Kamera yang digunakan adalah kamera metrika dan kamera biasa (bukan metrika).

### 3.2 Gunapakai Fotogrametri Jarak Dekat (Bidang Seni Bina)

Antara kegunaan bidang fotogrametri jarak dekat adalah dalam bidang-bidang seperti perindustrian, kejuruteraan, perubatan dan seni bina. Dalam bidang seni bina kaedah fotogrametri jarak dekat digunakan untuk merekod facad-facad bangunan untuk tujuan pemugaran dan pemuliharaan (restoration dan conservation). Dalam kaedah ini lukisan garis facad bangunan dihasilkan dari kaedah fotogrametri stereo dan perisian autocad. Lukisan garis ini menggambarkan rekabentuk, ukiran-ukiran, serta keretakan jika ada pada bangunan itu. Dari lukisan yang dihasilkan dapatlah ianya digunakan untuk tujuan pemuliharaan dan pemugaran di kemudian hari.

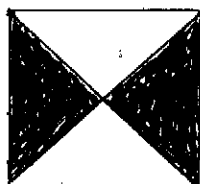
## 4.0 Kerja-Kerja Lapangan

Antara kerja-kerja lapangan yang dijalankan adalah:

- a) Pemasangan/pemilihan titik-titik kawalan foto.
- b) Mencerap sudut persilangan.
- c) Proses Fotografi.
- d) Proses Topografi.

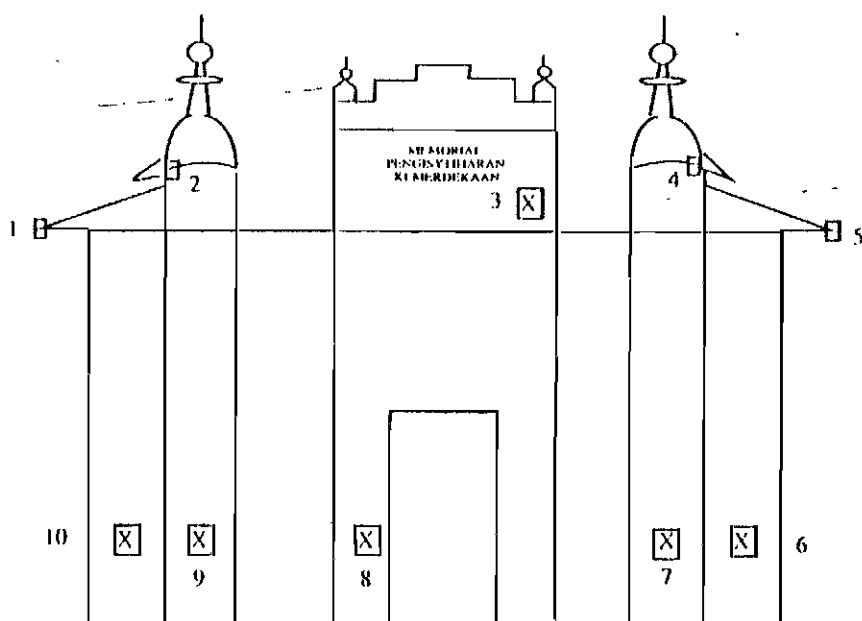
### 4.1 Titik Kawalan

Merupakan pekerjaan yang mula-mula dilakukan dilapangan. Pada facad bangunan yang dibahagian atas dipilih objek-objek yang diperkirakan akan kelihatan dengan jelas di gambar dan terletak pada aras yang berlainan. Objek-objek ini dijadikan sebagai titik kawalan natural yang akan ditentukan kedudukannya. Selain dari 'natural control point' tadi beberapa titik kawalan buatan (artificial target) dipilih di kawalan bahagian bawah dan tengah facad. Target ini dipasangkan pada kedudukan yang dipilih yang berlainan aras dengan stesyen kamera didirikan. Contoh target buatan ini adalah seperti pada rajah 4.1(a) berikut:-



Rajah 4.1(a). Target Buatan

Kedudukan titik-titik kawalan yang dipilih adalah seperti pada rajah 4.1(b) berikut:

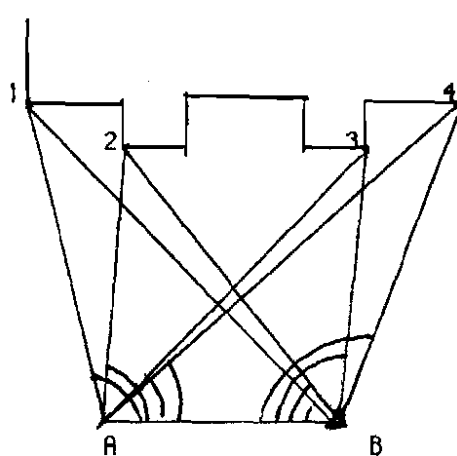


Titik 1-5 adalah titik kamera foto semula jadi (natural)  
Titik 6-10 adalah titik kawalan foto buatan.

Rajah 4.1(b), Kedudukan Titik Kawalan Foto

#### 4.2 Pencerapan Sudut Persilangan

Dari dua stesen kamera A & B yang berkedudukan selari dengan facad bangunan dilakukan pencerapan sudut-sudut persilangan ke titik kawalan foto. Alat ukur tiolodolit digunakan untuk cerapan ini dan alat ukur jarak EDM digunakan untuk mengukur jarak AB. (Lihat Rajah 4.2).

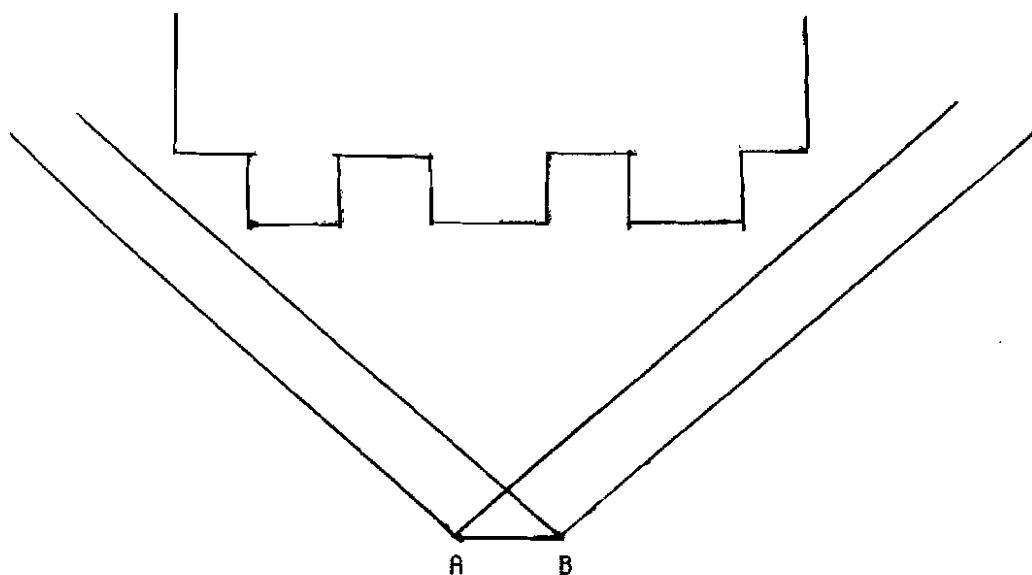


- A;B : Stesen kamera  
1,2,3,4 : titik kawalan foto  
 $\alpha, \beta$  : sudut persilangan

Rajah 4.2. Cerapan Sudut dan Jarak

#### 4.3 Proses Fotografi

Diatas stesen kamera A & B berdiri sapkan alat ukur tiolodolit yang telah dipasangkan kamera Wild 30 diatasnya. Gambar facad depan bangunan diambil dengan litupan kamera keseluruhan bangunan. Pengambilan gambar dari dua stesen A & B ini dilaku agar gambaran stereo facad bangunan akan diperolehi.



Rajah 4.3. Kedudukan Stesen Kamera Semasa Proses Fotografi

#### 4.4 Penetaan Topografi

Kerja-kerja diatas dijalankan bertujuan untuk mengetahui lokasi dan keadaan topografi muka bumi di persekitaran bangunan. Terlebih dahulu terabas kawalan ufuk dan kawalan vertikal telah dilakukan mengelilingi bangunan berkenaan dengan kaedah 'terabas EDM'. Stesen kamera A dan B adalah juga merupakan stesen terabas dimana koordinat anggapan (tempatan) X, Y, Z digunakan iaitu dengan menganggap koordinat titik B mempunyai koordinat X, Y, Z adalah 1000.00, 100.00, 1000.00. Kerja-kerja ukur tekimetri telah dijalankan dengan menggunakan alat ukur teodolait dan staf aras. Hitungan dan plotan keadaan topografi kawasan persekitaran telah dihasilkan seperti pada lampiran B.

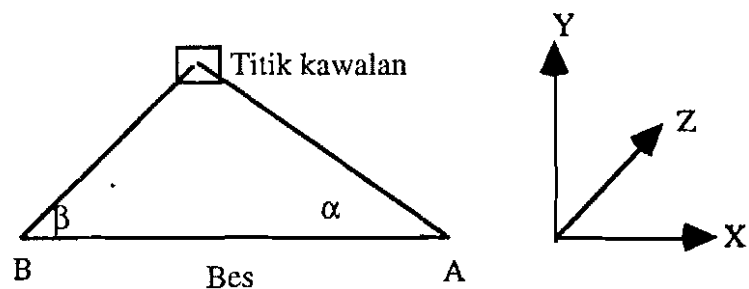
#### 5.0 Kerja Makmal

Setelah data-data untuk titik kawalan foto dan fotografi diambil, data-data ini diproses didalam makmal sebelum hasil akhir dapat diperolehi. Proses-proses yang terlibat dalam makmal adalah seperti berikut:-



### 5.1 Hitungan Koordinat Titik Kawalan Foto

Daripada cerapan sudut-sudut ufuk dan pugak, koordinat planimetri dan ketinggian boleh dihitung. Untuk menghitung koordinat planimetri (X,Z) formula berikut telah digunakan.



$$X = \frac{(Z_B - Z_A) + X_A \cot \beta + X_B \cot \alpha}{\cot \alpha + \cot \beta}$$

$$Z = \frac{(X_B - X_A) + Z_A \cot \beta + Z_B \cot \alpha}{\cot \alpha + \cot \beta}$$

Untuk menghitung ketinggian titik kawalan foto kaedah trigonometri digunakan dan formulanya adalah seperti berikut:-

$$Y_{TK} = AL_A + T.A_A + U_A - TK$$

$$Y_{TK} = AL_B + T.A_B + U_B - TK \quad (\text{Semakan})$$

Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas koordinat-koordinat bagi 10 titik kawalan foto dihitung. Nilai-nilai koordinat titik kawalan foto adalah seperti berikut:-

TKF	X(m)	Y(m)	Z (m)
1	987.777	951.495	122.078
2	993.396	954.065	113.685
3	1003.934	958.933	112.081
4	1013.087	954.034	113.579
5	1018.718	951.437	112.037
6	1017.642	950.390	102.357
7	1013.987	953.297	102.786
8	1001.387	959.032	102.847
9	994.897	953.500	102.612
10	998.686	950.49	103.786

TKF = Titik Kawalan Foto

## 5.2 Pencucian Filem

Fotograf-fotograf yang telah diambil dilapangan dengan menggunakan kamera metrik Wild P30 dicuci dalam bilik gelap. Oleh kerana filem yang digunakan adalah filem hitam putih maka fotograf-fotograf yang telah diambil dicuci dengan menggunakan developer, fixer, dicuci dengan air dan dikeringkan untuk menghasilkan filem negatif hitam putih. Seterusnya filem negatif hitam putih ini akan digunakan untuk proses selanjutnya seperti menghasilkan cetakan kertas dan juga di gunakan untuk proses rektifikasi.

## 5.3 Rektifikasi

Rektifikasi adalah satu proses dalam fotogrametri dimana kesan kesengetan yang terdapat pada fotograf dihapuskan. Setelah fotograf direktifikasikan, pengukuran yang tepat dapat dibuat terus diatas fotograf. Dalam penyelidikan yang dijalankan sebuah alat yang diberi nama Rektifer Wild E4 telah digunakan untuk merektifikasikan fotograf-fotograf facad bangunan memorial pengistiharan kemerdekaan (lihat lampiran A).

#### 5.4 Pendigitan dan Editing

Setelah fotograf siap direktifikasikan, proses seterusnya ialah pengukuran diatas fotograf. Untuk melaksanakan proses ini fotograf yang telah direktifikasikan dilakukan pendigitan. Semua maklumat-maklumat yang terdapat pada fasad bagnunan didigitisekan. Tetapi tidak semua maklumat dapat didigitisekan kerana terdapat pokok-pokok yang melindungi fasad bangunan ketika fotograf diambil. Proses pendigitan ini dapat dilaksanakan dengan cepat dan perisian yang digunakan untuk pendigitan adalah perisian Auto CAD.

Apabila semua maklumat telah digitise, proses editing dilaksanakan. Proses ini dilaksanakan untuk mengemaskan lukisan garisan yang dihasilkan. Ini adalah disebabkan semasa proses pendigitan terdapat garis-garis yang terpendek, terpanjang dan sebagainya.

#### 5.5 Plotan

Setelah lukisan garisan habis dieditkan, lukisan garisan diplot dengan 'flatbed plotter-Roland). Lukisan garisan ini boleh diplot kepada sebarang skala yang dikehendaki. Lampiran C menunjukkan plotan lukisan garisan bagi fasad bangunan yang dihasilkan.

## 6.0 Kesimpulan

Daripada kajian ini didapati bahawa lukisan garisan boleh dihasilkan untuk bangunan-bangunan, monumen-monumen dan sebagainya yang telah direkodkan dengan kamera metrik dan direktifikasikan. Kaedah rektifikasi yang digunakan adalah sesuai bagi objek-objek yang mempunyai permukaan yang rata dan tidak mempunyai kedalaman yang ketara. Bagi permukaan-permukaan fasad yang mempunyai kesan kedalaman yang ketara, kaedah alat plot stereo dan alat plot analitik adalah lebih sesuai dan dapat memberi ketepatan yang tinggi berbanding dengan kaedah rektifikasi.

Kaedah yang digunakan dalam kajian ini lebih baik berbanding dengan kaedah pengukuran terus (direct measurement) pada fasad bangunan. Ini disebabkan ada kala seseorang tidak akan dapat mengukur terus apabila bangunan adalah tinggi, bangunan dimakan usia dan sebagainya. Manakala dari fotograf yang diambil, semua maklumat fasad ada direkodkan dalam fotograf dan pengukuran dapat dibuat dalam makmal pada bila-bila masa serta dapat dilaksanakan dalam keadaan yang selesa. Disamping itu, plotan boleh diplot pada sebarang skala yang dikehendaki.

Lukisan-lukisan garisan diperlukan oleh kontraktor-kontraktor yang terlibat dalam kerja-kerja pemugaran dan pemuliharaan. Dari kajian ini lukisan garisan dapat dihasilkan dan kaedah rektifikasi bolehlah digunakan untuk merekodkan fasad yang mempunyai permukaan rata.

Masalah yang dihadapi semasa menjalankan kajian adalah fasad bangunan dilindungi oleh objek-objek seperti pokok, lalu lintas, bangunan yang berhampiran dan sebagainya. Objek-objek ini akan kelihatan difotograf dan ini menyukarkan proses pendigitan ukiran yang terlindung tersebut.

## Rujukan:

- Paul R. Wolf, (1983), Element of Photogrammetry.
- Anuar Ahmad, (1992), An investigation of low cost photogrammetric system using gunall format photography for use in the recording of building, M.Phil thesis, University of New Castle Upon Tyne, 163 pages.
- Hoffit & Mikhail, (1980), Photogrammetry, 647 pages,
- Atkinson, (1980), Development in Closerange Photogrammetry, 222 pages.
- Manual of Rektifier Wild E4.
- Manual of Metrik Camera Wild P32.
- Nota Sejarah Memorial daripada Perpustakaan 'Memorial Perisytiharan Kemerdekaan.